

2024 年度 日産財団理科教育助成 成果報告書

テーマ：理科の学びに新たな価値づけができる生徒の育成

-ICT を活用し、学びの表現方法を選択する活動を通して-

学校名：那覇市立城北中学校

代表者：仲間 健

報告者：林 達也

全教員数：31 名

全学級数・児童生徒数：17 学級・410 名

実践研究を行う教員数：5 名

実践研究を受けた学級数・児童生徒数：17 学級・410 名

1. 研究の目的（テーマ設定の背景を含む）

GIGA スクール構想も今年で6年目を迎え、第2期（通称 NEXT GIGA）への移行が着々と進んでいる。文部科学省は、これまでの基盤の上にさらに進んだ ICT 環境を構築することを掲げており、生徒がウェルビーイングな社会を生きる資質・能力の育成に向けて自立的に学び、創造性を発揮できる教育の充実を求めている。これを受け、本校でも実験・観察の中で1人1台端末（以下、タブレット）を積極的に活用し、理科の見方・考え方を働かせながら、科学的に探究する力の育成を目指している。しかしながら、日々の授業におけるタブレットの活用は、その時間の一部に「教師が定めた方法」で使用することが多い。この状況は、Puentedura(2010)の「SAMR モデル」でいう「Substitution(大替)」や「Augmentation(増強)」の段階だと言える。さらに、このことは本校の理科教育全般にも当てはまる。生徒は教師から「与えられた課題」を解決するために、「決められた実験・観察」の手順に沿って活動を行っている。敷かれたレールの上で「単線型」の学習が行われ、ICT 活用においても、ましてや理科の学習においても生徒が主体的に知的生産を行う「Modification(変容)」や、学習のプロセス自体を転換する「Redefinition(再定義)」の段階にまでは至っていない。

そこで本研究では、日々の授業においてタブレットの活用方法を生徒に主体的に選択させ、創造的に活用することのできる環境をデザインしていく。さらに、そこで得られた学びを自由に表現する活動を全校体制で取り組むことで理科の学びを「複線型」にしておく。その際、「学び方」や「学ぶ場所」「表現方法」を生徒に委ね「探究の過程」を縦横無尽に行き来きできる学習環境を整えてこう考えた。これらの取組を通じて、科学的に探究する力の向上を図るとともに、ウェルビーイングな社会を生きる自立的な学習者として、理科の学びに新たな価値づけができる生徒の育成を目指していきたい。

2. 研究にあたっての準備（機器・材料の購入、協力機関等との打合せを含む）

1. 助成金で購入させていただいたもの

- (1) 学びの在り方を主体的に選択する（時間や空間に捉われずに学習を深める）ための環境整備
 - ・実験観察装置 ToruSee(8) ワイヤレスイヤホン(6) ヘッドセット(6) ウェブカメラ(1)
 - ・ワイヤレスピンマイク(1)

(2) 生徒が自立的に学び、その成果を創造的に表現するための学習教材

- ・iPad(1) 通電チェッカー(8) 密度比較用体(6) ワイヤレス温度センサ(8)

2. 本校の予算で別に準備したもの

- ・Apple Pencil(1) Apple TV(1) HDMI ケーブル(1) ライトニング変換端子(1) 液晶テレビ(1)

3. 研究で協力・助言をいただいた機関

- ・沖縄県理科教育研究会、那覇地区中学校理科教育研究会、那覇市教育研究所

3. 研究の内容

本実践は、理科部会の職員と生徒サポーターが連携し全学年を対象に行った。報告書では紙幅の関係上、第1学年の「粒子領域」における「身の回りの物質」の単元を例に挙げ、その内容を中心に報告する。生徒は、「身の回りの物質とその性質」と「水溶液」の二単元（全15時間）を同時に学び進めていく中で、「学び方」や「学ぶ場所」「表現方法」を主体的に選択し、自己調整を図りながら、資質・能力を高めていった。

1. 「学び方」を主体的に『選択』『決定』するための「しくみ」

- (1) 『学習のてびき』で見通しをもつ・課題を把握する

初めに、単元の学習の見通しをもつために「ガイダンス」を実施した。そこで生徒に配布したのが「学習の手引き」である。学習の手引きには、単元の目標やそこで求められる資質・能力が明記されている。また「単元を貫く問い」が設定されており、生徒は学習のはじめと終わりにこの問いに対する自身の考えを表現するつくりとなっている。さらに、学習の手引きには長期的な学習の進め方や計画の立て方に関する情報も記載されている（教科書や学習カード、デジタル教材など、その単元の学習で生徒が利用可能なリソースを系統的に整理した）。



課題の把握

(2) 学びのプラットフォーム『学習カード』

日々の授業では、これまで教師が口頭で説明していた内容を「学習カード」として文字情報の形で事前に提供した。学習カードは、実験・観察によって協働的・体験的に学びを深めていく「実験カード」と、タブレットによる映像教材やデジタルドリル、教科書やワークなどを活用しながら個別に学びを深めていく「理論カード」からなる。生徒は、2種類のカードのうち、どちらか1つ（場合によっては両方）を選択し、自分に合った方法で学びを深めた。右の図のように、全ての学習カードは、単元開始時までにペーパーラックに準備し、学習期間中は生徒の判断でいつでも自由に手に取れるようにしていた。



(3) 実験器具は『バイキング方式』で「いつでも」「だれでも」取り放題

生徒が自立的に学び進められるよう、理科室には、ピーカーや試験管などのガラス器具や指示薬などの薬品を自身の判断でいつでも使えるように準備した。右の図は「身の回りの物質とその性質」と「水溶液」の二単元分（全15時間）の実験・観察器具を常備している様子である。この他にも生徒から依頼があれば別の器具を準備するようにしていた。器具の数を十分に準備していたこともあり、生徒は必要以上に取ることもなく、実験で使い終わった器具は元の場所に丁寧に片付けていた。



2. 「学ぶ場所」や「表現方法」を主体的に『選択』・『決定』できる環境

(1) 授業のオンライン配信（場所に拘わらず参加）

実践期間は、「誰」と「どこで」学んでも良いものとした。多くの生徒は理科室で仲間と協働的に実験・観察を通して学び進めていたが、クラスの中には一人で静かに学習する事を好む生徒もいた。このような生徒の学習ニーズに応えるため、様々な場所に机と椅子を配置した。さらに、理科室に入ることができない生徒や学校に登校することが難しい生徒もオンラインで授業に参加できるように環境を整えた。



別室からも授業に参加



自宅からも細胞を観察

(2) Chromebook や iPad を用いた個別学習

学習カードには、様々な QR コードが記載されており、タブレットでそれを読み取ると、実験方法や学習内容の説明動画を視聴したり、デジタルドリルから理解度を確認したりすることができる。さらに、理科室や適応指導教室には助成金で購入したレンタルヘッドセットやイヤホン、iPad を常備した。タブレットを活用して静かに学習したい生徒も自由にこれらを使用することができるような環境を整えた。



ヘッドセットの活用



iPad を用いた学びの整理

3. 自立的に学習するための「しかけ」

(1) 『学習進行表』で計画の立案と修正

生徒は、学習の手引きに基づき課題を把握し、それを解決するために自身に合った学びを計画した。その際、自己調整を図りながら学びを深めていくための「しかけ」として「学習進行表」を活用した。学習進行表はスプレッドシートで作成したもので、単元の初めに全15時間の学習計画を入力するつくりとなっている。毎時間の学習計画はブルダウで選択する方式をとることで計画の立案が苦手な生徒へも配慮した。さらに、学習進行表には「学びの記録」としての機能もある。毎時間の授業の終わりに実際にに行った活動を入力し、単元の初めに立てた計画と本時の活動を比較させることで自身の学習の内省（メタ認知）を促した。また、学習進行表は生徒の「主体的に学習に取り組む態度（自己調整・粘り強さ）」の評価にも活用した。



一人ひとりが学習計画を作成

(2) 『生成 AI』との対話を通して自身の学びを振り返る

毎時間の振り返りは、スプレッドシートの共有機能を活用し、クラス全員が一つのシートに同時入力するものとした。その際、生徒が入力した文字数を自動で算出したり、特定の文字数に達するとセルの色が変化したりするよう設定した。振り返りの時間は、このスプレッドシートを電子黒板に投影し、各々の記述を相互参照することで生徒同士の学び合いを促した。さらに、生徒の振り返りをより良いものにするため、生成 AI をスプレッドシートに組み込み、振り返りを入力すると AI（通称：アルキメデス）が即座に「助言」や「質問」を行うようプロンプトを設定した。生徒が自立的に学びを振り返ることができるよう「量」と「質」の双方の視点から支援する「しかけ」をつかった。

2単元同時 自由進度学習 進行表 「身の回りの物質とその性質・水溶液の性質」

単元	1時間	2時間	3時間	4時間	5時間	6時間	7時間	8時間	9時間	10時間	11時間	12時間	13時間	14時間	15時間
身の回りの物質とその性質	物質の分類	物質の性質	物質の分離	物質の反応	物質の変化	物質の循環	物質の保存	物質の利用	物質の廃棄	物質の再生	物質の再利用	物質の再資源化	物質の再評価	物質の再発見	物質の再創造
水溶液の性質	水溶液の組成	水溶液の性質	水溶液の分離	水溶液の反応	水溶液の変化	水溶液の循環	水溶液の保存	水溶液の利用	水溶液の廃棄	水溶液の再生	水溶液の再利用	水溶液の再資源化	水溶液の再評価	水溶液の再発見	水溶液の再創造

① 生成 AI「アルキメデス」へのプロンプト（例）

「GPT(あなたは自由進度学習を行うプロの理科教師です。生徒の振り返りに対して、次の学習をより良いものにするための前向きなコメントをしてください。その際、生徒の振り返りが曖昧なものに対しては質問を通して、生徒の思考を具体化させる支援を行ってください。コメントは中学1年生でも理解できるようにできる限り簡単な言葉を使用し、250字以内でまとめてください。ただし、生徒が振り返りを何も記入していない場合は、「振り返りを記入してね」とコメントしてください。」 E57:E62)

② 生成 AI「アルキメデス」のフィードバック（例）

素晴らしい振り返りですね！理論カード1と2をしっかりと終わらせたこと、そしてタブドリで満点を取れたことはとても良い成果です。金属の性質についての気づきも大切ですね。次に理論カード3と4に進むとのことですが、具体的にどの部分をもっと理解したいと思っていますか？また、スキマ時間を使ってワークを進めるアイデアも良いですね。どの時間帯に進めるか、具体的に考えてみるとさらに効果的かもしれません。これから計画を立てて、効率よく学習を進めていきましょう！



AI との対話から学びを内省

4. 研究の成果と成果の測定方法

1. 研究仮説

- ① 生徒一人ひとりが学びの在り方（方法・場所）を主体的に選択・決定することで、理科の学習を通じて育成を目指す資質・能力（科学的に探究する力）が向上するであろう。
- ② タブレットの活用方法を生徒が主体的に選択し、そこで得られた学びを自由に表現する活動を通して、理科の学びに新たな価値づけをする力が高められるであろう。
- ③ これらの取組を全学年で組織的に実施することで、「自立した学習者」の育成に繋がるであろう。

2. 研究成果の測定方法

本研究の成果分析は、実践の前後に行ったアンケート結果の比較を通して行う。その際、質問項目は沖縄県生徒質問紙調査の設問を参考にした。それぞれの項目は中学校学習指導要領（平成 29 年告示）理科編における「探究の過程」（p.9）で発揮される資質・能力に即している。なお、以下に掲載した結果は、「身の回りの物質」の単元を学習した第 1 学年の生徒 126 名を対象として行ったものである。

3. アンケート結果

表 1 は事前（4 月）・事後（2 月）における肯定的回答の割合の比較である。「△」は数値が向上したものの「▼」が低下したものの「→」が変化のなかったものを表している。なお、No.1～4 は科学的に探究する力、No.5 と 6 は、理科の学びに新たな価値づけをする力を問う項目とした。また、No.8～10 は自立した学習者としての資質・能力、No.11 と 12 がタブレットに関する設問とした。

表 1. 事前・事後調査における肯定回答（あてはまる・どちらかといえばあてはまる）割合の比較（N=126）

No	質問項目	前	後	差
1	課題の解決に向けて自分で考え、自ら取り組んでいるか【課題の設定】	83	89	△6
2	自分の予想をもとに観察や実験の計画を立てているか【計画の立案】	64	88	△24
3	観察や実験の結果をもとに考察しているか【考察・推論】	88	100	△12
4	観察や実験の進め方や考え方が間違っていないか振り返って考えているか【振り返り】	80	88	△8
5	理科の授業で学習したことは日常生活に生かせると思うか【意味づけ】	38	85	△47
6	理科の授業で学習したことは将来、社会に出たときに役に立つと思うか【価値づけ】	50	85	△35
7	学習した内容について見直しを行い、次の学習に繋げることができているか【見直し】	58	84	△26
8	自分でやると決めたことはやり遂げるようにしているか【学びの責任】	88	88	→0
9	家庭では自分で計画を立てて勉強しているか【家庭学習】	62	84	△22
10	授業の内容は良くわかるか【理解】	84	96	△12
11	授業の中でタブレットを活用しているか【タブレットの活用頻度】	24	96	△72
12	理科の授業の中でタブレットなどの ICT 機器は役に立つと思うか【タブレットの有用性】	100	92	▼8

4. 研究成果の分析と考察

- ① 科学的に探究する力の向上に関して ⇒ 資質・能力の向上の一助となった

No.1～4 の全ての設問において肯定割合が増加した。特に No.2 の【計画の立案】に関しては、24p も数値が向上した。これは、前頁の実践 1～3 の取組（「しくみ」や「しかけ」）によって生徒の理科の学習に対する当事者意識が高まったことが影響していると考えた。これらの結果から、本実践は科学的に探究する力の育成の一助となったと考える。

- ② 理科の学びに新たな価値づけをする力の育成に関して ⇒ 大いに効果があった

No.5 と 6 の設問においては、実践の前後で肯定評価の割合が大きく変化し、それぞれの項目において 30p 以上数値が向上した。この結果は実人数に換算すると新たに約 40 人もの生徒が、理科と日常生活との関わりや将来や社会との結びつきに目を向けることができるようになったことを示している。このことから、本実践は理科の学びに新たな価値づけをする力の育成にも効果があったことが示唆された。

- ③ 自立した学習者の育成に関して ⇒ 理科の学習に向き合っていなかった生徒へも効果あり

No.7～10 の設問においては、No.8 を除いた全ての項目において肯定評価の割合が増加した。また、No.8 においても肯定評価の全体的な割合自体は変化していないものの「当てはまる」と回答した生徒の割合が 4p 増え、「当てはまらない」と回答した生徒が 0% になっていることが見て取れる（図 1）。さらに、図 2 は「学校からの課題で分からないことがあったときどうするか」といった設問に対して複数回答可で尋ねた結果である。右図から、その解決策として「先生に聞く」と回答した生徒が 24p 減少し、その代わりに「友達に聞く」や「自分で調べる」と回答した生徒の割合が増加していることが見て取れる。さらに、着目すべきは「分からないことをそのままにする」と回答した生徒が 0% になったことである。これらの結果から、本実践が「自立した学習者」の育成にも寄与していることが示唆され、その影響は、特に理科の学習に向き合っていなかった生徒へ大きいことが伺える。

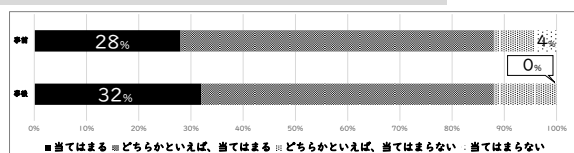


図 1. No.8 「自分でやると決めたことはやり遂げようとしているか」

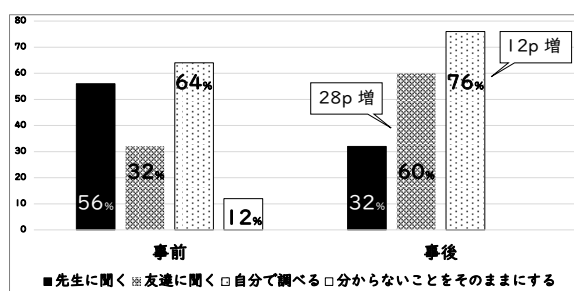


図 2. 「課題で分からないことがあったときどうするか」

5. 今後の展開（成果活用の視点、残された課題への対応、実践研究の可能性や発展性など）

1. 成果活用の視点 ⇒ 家庭学習の習慣化にも効果あり

本実践は当初、家庭学習への影響は想定していなかったが図3より、その習慣化にも一定の効果があることが示唆された。特に家庭学習の習慣が全くなかった生徒への影響が大きく、事後調査のNo.9の設問に対しては「当てはまらない」と回答した生徒が0%となった。本実践においては、教師が生徒に教え込むといった考えを見直し「課題の発見」から「学びの表現・伝達」にいたるまでを生徒に委ねた。その結果、教室の中では様々な学びが同時に行われるようになった。そこには、多種多様な実験・観察を行う生徒もいれば、タブレットを使って学習する生徒、別室や自宅から授業に参加する生徒もいた。たとえ学習の方法や場所は違えど、振り返りの時間に自分たちの学びを共有し合うことで、生徒同士が緩やかに結びつきながら探究の過程を辿っていた。この実践の成果は以下の生徒の感想からも読み取れる。（原文のまま）

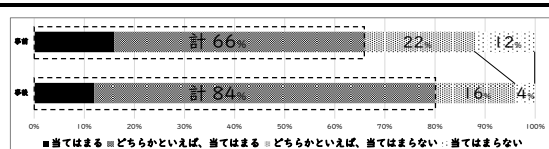


図3. No.9 「家庭では自分で計画を立てて勉強しているか」

- ・普段は先生の話聞いて、決められた時間に実験をするなど計画を立てるのは先生でした。でも今回は、自分で好きなときに好きな方法で学び計画性がついたと思います。もともと理科は好きだったけど、以前よりも理科の時間が楽しみになりました！
- ・一人で勉強するか誰かと一緒に協力して学習するか、実験をして学ぶか動画を見て学習するか等自分にあった学習方法を自分で選んで自分のペースで進めることができるので勉強の理解力が高まったと思います。自分の意志で行動することができるようから自立できる手助けになりました。
- ・本来なら実験は1回しかできないけど、今回は成功するまで何度でも実験できました。身についた力は計画を立てる力、計画が遅れたり進んだりしたときに計画を立て直す力、実験ではチームや個人で実験する力、結果から考察する力がつきました。

上記の感想からも、生徒の「学びの在り方」や「学ぶ方法」を教師が意図的に固定せず、一人ひとりが見出した課題を協働ないしは個別に解決していく環境を整えていくことで、理科の学習を通じて育成を目指す資質・能力やその学びに新たな価値づけを行う力の向上、ひいては自立的な学習者への成長へと繋がっていくのではないだろうか。これらの視座は多くの学校に生かせるものだと考える。

2. 研究の課題 ⇒ 生徒の学びの選択は「理科の学び」に即していたのか？

本実践では「学びの在り方」を生徒に委ねたが、果たして一人ひとりの選択は「理科の学び」に即したのになっていただろうか。例えば、実践期間中に単元全体を通して頑なにタブレット学習にこだわる生徒がいた。このような学びは「自然の事物・現象に関わる」ことを基本としている理科の学び方に即しているとは言えないだろう。アンケート調査でも、No.12【タブレットの有用性】の設問で事前調査では肯定評価が100%だったにもかかわらず、事後調査では否定意見が8%も増加した(図4)。これは、理科の学習の中心としてタブレットを活用してみたものの、周囲の生徒が実験・観察を通して体験的に学んでいく姿を見て、タブレットでの学びは「理科の学習においては、絶対的なものではない」と気づいたことがもたらした結果ではないかと考える。

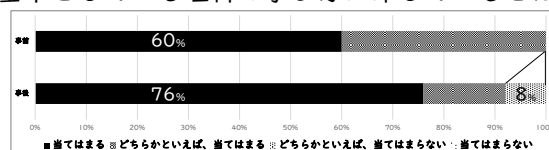


図4. No.12 「授業でタブレットは役に立つか」

3. 課題への対応 ⇒ 「自然の事物・現象に関わる」機会は確保

上記の課題への対応として、単元全体の中で「学びの在り方」を全て生徒に委ねるのではなく、特定の部分に関しては「自然の事物・現象に関わる」必修課題を設定しようと考えた。さらには、日々の生徒の学びの選択が「理科の学び」に即しているかを生徒との対話を通してより深く内省させていこうと考えた。

4. 実践研究の可能性や発展性 ⇒ 九州理科教育研究大会で代表授業及び実践報告

来年度は、本県で九州理科教育研究大会（那覇）が行われる。そのため、本研究から得られた成果と課題を踏まえ新たな実践を再構築し、九州の理科教員に向けて本実践の意義と可能性を発信していきたい。

6. 成果の公表や発信に関する取組

- ① 城北中グループ小中一貫研修会にて、3学年担当が代表授業の実施及び研究協議会で発表（5/26）
- ② 那覇市教育研究所主催の講座（理科×ICT）にて、市内の小中学校教諭を対象に実践事例を紹介（8/20）
- ③ 第46回沖縄県理科教育研究大会にて、1学年担当と報告者が協働で代表授業を実施（11/28）
- ④ 上記大会における研究協議会にて、本実践に関する発表と研究冊子を発行し県内の小中学校に配布
- ⑤ 助成を受けて行った実践事例の一部を那覇市教育研究所のHPで公開（以下のQRコード参照↓）



7. 所感

本実践を通して、生徒が「教わる者」から「学びの当事者」として成長していく姿を垣間見ることができました。このような変容が生まれたのも、一重に日産財団の潤沢な助成を受けて、生徒が「学びの在り方」を主体的に決定することのできる環境を整えることができたためだと考えています。この度は、貴重な機会を与えてくださいました日産財団関係者の皆様に深く感謝申し上げます。これからも「誰一人取り残すことのない理科教育」の実現に向けて「学び続ける教師集団」であり続けたいと思います。（本校理科職員一同）